

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/001190

International filing date: 05 February 2005 (05.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 008 728.8  
Filing date: 23 February 2004 (23.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 19 April 2005 (19.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

22. 03. 2005



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

10 2004 008 728.8

**Anmeldetag:**

23. Februar 2004

**Anmelder/Inhaber:**

Maschinenfabrik Alfing Kessler GmbH,  
73433 Aalen/DE

**Bezeichnung:**

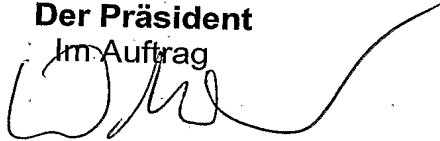
Verfahren und Vorrichtung zur Steigerung der Dau-  
erschwingfestigkeit, insbesondere der Biegewechsel-  
festigkeit und der Torsionswechselfestigkeit von Kur-  
belwellen

**IPC:**

B 21 K 1/08

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 15. März 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag



**Walther**

**PATENT- UND RECHTSANWALTSKANZLEI  
LORENZ & KOLLEGEN**

**Alte Ulmer Straße 2  
D-89522 Heidenheim**

20.02.2004 LO/UL

Akte: ALF 6347P/DE

Anmelder:

Maschinenfabrik  
Alfing Kessler GmbH  
Auguste-Kessler-Str. 20  
73433 Aalen

Verfahren und Vorrichtung zur Steigerung der Dauerschwingfestigkeit,  
insbesondere der Biegewechselfestigkeit und der Torsionswechselfestig-  
keit von Kurbelwellen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steigerung der Dauerschwingfestigkeit, insbesondere der Biegewechselfestigkeit und der Torsionswechselfestigkeit von Kurbelwellen, insbesondere von Großkurbelwellen, durch lokales Hämmern von hochbeanspruchten Bereichen, wie Hohlkehlen, Bohrungsmündungen und Querschnittsübergängen, mittels Druckimpulsmaschinen oder Schlagvorrichtungen, die über Schlagwerkzeuge Druckeigen-  
spannungen in die Kurbelwelle einbringen. Die Erfin-

dung betrifft auch eine Vorrichtung zur Steigerung der Dauerschwingfestigkeit von Kurbelwellen.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung dieser Art ist in der DE 34 38 742 C2 beschrieben.

Um ein nachteiliges Einbringen von tangentialen Spannungen beim örtlichen Hämmern zu vermeiden, ist dabei vorgeschlagen worden, zum Zeitpunkt der Druckimpulseinwirkung zwischen dem den Impuls ausgebenden Körper und der Werkstückoberfläche quer zur Impulsrichtung keine Relativbewegung stattfinden zu lassen. Hierzu soll der Vorschub während der Einbringung von Druckeigenspannungen durch die Schlagwerkzeuge schrittweise erfolgen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs erwähnte Verfahren weiterzuverbessern, insbesondere hinsichtlich Wirksamkeit und Erhöhung der Dauerschwingfestigkeit, insbesondere der Biegewechsel-  
festigkeit und der Torsionswechselfestigkeit.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Druckimpulsvorrichtungen oder Schlagmaschinen zum Zeitpunkt der Druckspannungseinbringung zwischen dem Schlagwerkzeug und dem zu bearbeitenden Kurbelwellensegment nur eine Relativbewegung in einer Ebene senkrecht zur Oberfläche des Kurbelwellensegments ausführen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden wie beim Stand der Technik tangential Spannungen weitgehend, wenn nicht sogar vollständig vermieden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Kurbelwelle während der Bearbeitung kontinuierlich gedreht wird, wobei während der Druckeigenspannungseinbringung durch das Auftreffen des Schlagwerkzeugs auf das zu bearbeitende Kurbelwellensegment die Drehbewegung der Kurbelwelle während der Einwirkungszeit des Schlagwerkzeuges auf die Kurbelwelle gestoppt wird.

Um dies zu erreichen, kann in einer sehr vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass die Einwirkungszeit des Schlagwerkzeugs und die Schlagdrü-

cke so gewählt sind, dass die Drehbewegung der Kurbelwelle zwangsweise gestoppt wird.

Im Unterschied zum Stand der Technik kann auf diese Weise das Verfahren mit einem kontinuierlichen Antrieb für die Kurbelwelle betrieben werden, wodurch die erfindungsgemäße Vorrichtung entsprechend einfach ausgestaltet werden kann.

Hierzu ist es lediglich erforderlich, die Schlagfrequenz und die Schlagdrücke bzw. Schlagkräfte so zu wählen, dass der Drehantrieb für die Kurbelwelle und die damit verbundenen Teile, wie Getriebe, die aufgebracht "Zwangsstopps" ohne Schäden verkraften.

Praktisch wird durch die "Zwangsstopps" das gesamte Antriebssystem wie eine Feder gespannt, welche anschließend wieder entspannt wird und die Drehbewegung für die Kurbelwelle entsprechend wieder einsetzt.

In der Praxis haben sich vorteilhafte Schlagfrequenzen zwischen 0,1 und 20 Hz, bevorzugt zwischen 1 und 10

Hz, noch stärker bevorzugt zwischen 3 und 6 Hz, herausgestellt. Die Schlagdrücke sollten - je nach Betrieb - zwischen 10 und 300 bar, bevorzugt zwischen 30 und 130 bar, noch stärker bevorzugt zwischen 50 und 120 bar, betragen.

Mit den vorstehend genannten Werten lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren in der Praxis in optimaler Weise durchführen.

Die Temperatur im Bereich des zu bearbeitenden Kurbelwellensegments sollte nicht höher als 65 °C liegen; bevorzugt werden Werte zwischen 12 und 25 °C.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch bei Kurbelwellen angewendet werden, die bereits vorher zur Steigerung ihrer Dauerfestigkeitseigenschaften durch andere Verfahren bearbeitet worden sind. So kann z.B. auch eine Kurbelwelle, die durch Induktionshärten bearbeitet worden ist, nachträglich noch bezüglich ihrer Biegegeschwelligkeit und Dauerschwingfestigkeit durch

eine Einbringung von Druckeigenspannungen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren verbessert werden.

In der Praxis hat sich herausgestellt, dass es durch die Einbringung von Druckeigenspannungen über das Schlagwerkzeug, welche im allgemeinen eine Kugelform aufweist, aufgrund von Materialaufwürfen zu Oberflächenrissen auch ohne Beanspruchung kommen kann. Im allgemeinen breiten sich diese Risse nicht weiter aus und sind auch nicht gravierend bezüglich der Dauerfestigkeitseigenschaften, aber sie stören zumindest das optische Erscheinungsbild. In einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Erfindung kann deshalb vorgesehen sein, dass nach der Einbringung von Druckeigenspannungen durch die Schlagwerkzeuge die oberflächennahen Druckeigenspannungen durch Abarbeiten der Oberfläche des zu bearbeitenden Kurbelwellensegments reduziert und die Verformungsanrisse an der Oberfläche entfernt werden.

Da die Einbringung von Druckeigenspannungen bis zu einer Tiefe von 15 mm und auch noch tiefer erfolgen



kann, bedeutet dies, im Oberflächenbereich kann eine Abtragung von einigen Millimetern, z.B. von 0,3 bis 2 mm, vorzugsweise 0,5 mm, erfolgen, ohne dass die Biege-wechselfestigkeit oder die Dauerschwingfestigkeit der Kurbelwelle darunter entscheidend leidet.

Die Abtragung der Oberfläche kann auf verschiedene Weise erfolgen, wie z.B. durch Schleifen, Drehen oder Fräsen.

Insbesondere bei Großkurbelwellen wird häufig bei Hohlkehlenradien eine sogenannte Korbbogenform gewählt. Häufig möchte man einen sehr großen Übergangsradius haben, um die Lastspannung relativ klein zu halten, andererseits wird ein relativ kleiner Radius am Übergang zur Lauffläche gewünscht, um eine möglichst breite Lauffläche zu erhalten.

Die technisch sinnvolle Einbringung von Druckeigen-spannungen in eine Korbbogenform gestaltet sich in der Praxis bisher jedoch problematisch.

Erfindungsgemäß wird zur Lösung des Problems in einer Weiterbildung nunmehr vorgeschlagen, dass bei einer Ausgestaltung des zu bearbeitenden Kurbelwellensegments in Korbbogenform, die als Vorkontur gestalteten kontinuierlichen Übergangsradien gestaltet werden, durch die Einbringung der Druckeigenspannungen durch die Schlagwerkzeuge verdichtet und anschließend die Übergangsradien auf die erforderliche Endkontur als Korbbogenform durch ein Abtragverfahren der Oberfläche bearbeitet werden.

Dies bedeutet, es ist eine Vorkontur mit einem kontinuierlichen Übergangsradius vorgesehen, der dem großen Übergangsradius entspricht. Dieser Radius wird durch die Schlagverfestigung mit dem Schlagwerkzeug verdichtet und anschließend erfolgt die Bearbeitung der Übergangsradien auf die erforderliche Endkontur in Korbbogenform mit einem entsprechend großen Übergangsradius und einem deutlich kleineren Radius am Übergang zur Lauffläche.

Diese Bearbeitung kann in gleicher Weise wie die Oberflächenbearbeitung zur Beseitigung bzw. Vermeidung von Anrissen, z.B. durch Schleifen, Drehen oder Fräsen erfolgen.

Alternativ hierzu kann vorgesehen sein, dass bei einer Ausgestaltung des zu bearbeitenden Kurbelwellensegments in Korbbogenform die Korbbogenform eines Schlagwerkzeugs in einer Ebene gebildet ist, die sich in Längsrichtung der Kurbelwelle erstreckt, während in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung z.B. eine Kugelform gebildet ist.

Durch ein derartiges Schlagwerkzeug, das somit nicht mehr die übliche Form einer Kugel im Schlagbereich besitzt, kann in einem Arbeitsgang die Konturenform verdichtet und damit ohne Weiterbearbeitung hergestellt werden.

Anstelle von zwei Schlagwerkzeugen pro Schlagmaschine kann auch vorgesehen sein, dass die Druckimpulsvorrichtungen oder Schlagmaschinen jeweils mit ihren

Längsachsen in Schlagrichtung ausgerichtet sind, und dass die Einbringung von Druckeigenspannungen durch jeweils nur ein in der dazugehörigen Druckimpulsvorrichtung oder Schlagmaschine angeordnetes Schlagwerkzeug erfolgt.

Durch diese Ausgestaltung bleibt für alle Schlagbereiche ein Linienkontakt mit dem zu bearbeitenden Kurbelwellensegment erhalten.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann nicht nur zur Steigerung der Biegewechselfestigkeit und der Dauerschwingfestigkeit von Kurbelwellen verwendet werden, sondern in einer vorteilhaften Weise auch zum Richten von länglichen Bauteilen, insbesondere von Kurbelwellen. Dabei werden lokal begrenzt Druckeigenspannungen durch das erfindungsgemäße Verfahren mit den Schlagwerkzeugen eingebracht, um eine entsprechend verbogene Kurbelwelle gerade zu richten. Hierzu müssen die Schlagwerkzeuge lediglich an den entsprechenden Stellen angeordnet werden. Im Unterschied zu den bekannten Richtverfahren hat dieses erfindungsgemäße Verfahren

keine negativen Auswirkungen auf die Dauerschwingfestigkeit. Im Gegenteil, als Nebeneffekt wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Dauerfestigkeit der Kurbelwelle bzw. des länglichen Bauteils sogar noch positiv beeinflusst.

Obwohl das erfindungsgemäße Verfahren für die Bearbeitung von Kurbelwellen beschrieben ist, ist es grundsätzlich auch für andere längliche Bauteile, wie z.B. Kompressorwellen, Exzenterwellen oder Zapfenkreuzwellen, geeignet. Grundsätzlich betrifft die Erfindung alle Bauteile, die besonders dynamisch belastet werden.

Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung prinzipmäßig beschrieben.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Gesamtansicht einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens;

Fig. 2 eine Druckimpulsmaschine in vergrößerter Darstellung gemäß Einzelheit "A" aus Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt III-III durch die Kurbelwelle zur Darstellung der Druckimpulsmaschine nach der Fig. 2 in axialer Richtung;

Fig. 4 eine Seitenansicht eines Schlagwerkzeugs in Korbbogenform;

Fig. 5 eine Ansicht des Schlagwerkzeugs in axialer Richtung (Pfeilrichtung A von Fig. 4); und

Fig. 6 ausschnittsweise eine Druckimpulsmaschine mit nur einem Schlagwerkzeug.

Die in der Fig. 1 in einer Gesamtansicht dargestellte Vorrichtung entspricht grundsätzlich in ihrem Aufbau der Vorrichtung nach der DE 34 38 742 C2 mit mehreren Druckimpulsmaschinen 1, weshalb nachfolgend nur auf die wesentlichen Teile und auf die Unterschiede zum Stand der Technik näher eingegangen wird.

Die Vorrichtung weist ein Maschinenbett 2 und einen Getriebekasten 3 mit einem Getriebe 3' auf, um ein Werkstück, nämlich eine Kurbelwelle 4, in eine Drehbewegung zu versetzen. Am von dem Getriebekasten 3 und dem Getriebe 3' abgewandten Ende ist die Kurbelwelle 4 in einer Abstützung 5 drehbar aufgenommen.

Ein Antrieb 6 sorgt über das Getriebe 3' für eine kontinuierliche Drehbewegung der Kurbelwelle 4, die in einer Spannscheibe 7 aufgenommen ist.

Die nachfolgend beschriebenen Druckimpulsmaschinen 1 (in der Zeichnung sind zwei dargestellt) sind jeweils in einer Verschiebe- und Justiereinrichtung 9 justierbar gehalten, um sie an die Lage und die Länge der Kurbelwelle 4 anzupassen.

In der Fig. 2 ist die Ausbildung einer Druckimpulsmaschine 1 näher dargestellt. Sie weist einen Grundkörper 10 auf, der entsprechend dem Radius des zu bearbeitenden Kurbellwellensegments mit einer prismatischen

Anlage 11 versehen ist und in sich Führungen 12 aufweist, die zwei Döpper 13 in deren Abstützebene führen und ihnen im Abstützwinkel um einen Bolzen 15 eine entsprechende Freiheit geben, die zur Anpassung an die maßlichen Verhältnisse der Kurbelwelle 4 erforderlich sind. An den vorderen Enden der beiden Döpper 13 ist jeweils eine Kugel als Schlagwerkzeug 14 angeordnet. Ein Zwischenteil 16 stellt die Verbindung zwischen einem Schlagkolben 17 und einem Bolzen 15, der die Schlagenergie an die Döpper 13 weitergibt, her.

Zur Steigerung der Wirksamkeit des Schlages kann auf der Gegenseite des Grundkörpers 10 ein Spannprisma 18 über Federn 19 mit einstellbaren Spannbolzen 20 mit Spannmuttern 21 befestigt werden.

Durch Anordnung mehrerer Druckimpulsmaschinen 1 über die Länge der zu bearbeitenden Kurbelwelle 4 können im Bedarfsfalle alle zentrisch und gegebenenfalls exzentrisch laufenden Bereiche gleichzeitig bearbeitet werden.



Der Antrieb 6 und das Getriebe 3' sind so ausgestaltet, dass sie eine kontinuierliche Drehbewegung der Kurbelwelle 4 bewirken. Sobald die Schlagwerkzeuge 14 jedoch auf die Kurbelwelle 4 treffen, wird die Drehbewegung zwangsweise unterbrochen bzw. wird die Kurbelwelle 4 während der Dauer des Auftreffens der Schlagwerkzeuge 14 aufgrund der hohen Schlagstärke angehalten. Damit baut sich zwar eine Spannung in dem Getriebe 3' auf, aber aufgrund einer speziellen Getriebe-  
kupplung im Zusammenspiel und speziell angepassten Getriebespiel führt dies zu keinen Schäden. Vorzugsweise wird mit einer Schlagfrequenz von 3 bis 6 Hz und Druckkräften von 50 bis 120 bar operiert.

Zur Vermeidung bzw. Verminderung von Anrissen, kann die Kurbelwelle 4 an den bearbeiteten Kurbelwellensegmenten im Bedarfsfalle noch mit einem Schleif-, Fräs- oder Drehwerkzeug auf eine Tiefe von 1,5 mm abgetragen werden.

Aus den Figuren 4 und 5 ist ein Schlagwerkzeug 14' ersichtlich, das eine Korbbogenform aufweist, um Radien-

übergänge in Korbboogenform zu verfestigen. Wie ersichtlich, weist das Schlagwerkzeug 14' in Längsrichtung der Kurbelwelle 4 zwei unterschiedliche Radien auf, nämlich einen größeren Radius  $R_y$ , welcher z.B. einen Radius von 17 mm aufweist, und einen kleineren Radius  $R_x$  mit z.B. einem Radius von 8 mm. Der kleinere Radius  $R_x$  stellt den Übergangsradius zu einer Lauffläche dar. Wie aus der Fig. 5 ersichtlich ist, besitzt das Schlagwerkzeug 14' in einer Richtung senkrecht zur Richtung der Korbboogenform des Schlagwerkzeuges 14, d.h. quer zur Längsachse der Kurbelwelle 4, einen Kugelradius  $R_z$ .

Aus der Fig. 6 ist eine Druckimpulsmaschine 1' ersichtlich, die mit nur einem Schlagwerkzeug 14 versehen ist. In diesem Falle ist die Druckimpulsmaschine 1' zur Kurbelwelle 4 schräg gestellt und zwar derart, dass das Schlagwerkzeug 14, das coaxial zur Längsachse der Druckimpulsmaschine 1' angeordnet ist, senkrecht auf den Bereich des zu bearbeitende Kurbelwellensegmentes auftrifft. In diesem Fall lässt sich zwar jeweils nur ein Kurbelwellensegment bearbeiten, aber an-

dererseits ist die konstruktive Ausgestaltung und die Kraftübertragung der Druckimpulsmaschine 1' hierfür besser und einfacher. Zusätzlich können dabei Bohrungsendungen mit diesem Werkzeug stehend verfestigt werden.

Besonders vorteilhaft erweist sich diese Ausgestaltung für die Anwendung an nicht symmetrischen Kurbelwellensegmenten wie der Endbereiche und der Ölbohrungsendungen; aber auch an weiteren Bauteilen, insbesondere an Segmenten mit welchen die Druckeigenspannungen nicht symmetrisch eingebracht werden können.

**PATENT- UND RECHTSANWALTSKANZLEI**  
**LORENZ & KOLLEGEN**

**Alte Ulmer Straße 2**  
**D-89522 Heidenheim**

20.02.2004 LO/UL

Akte: ALF 6347P/DE

Anmelder:

Maschinenfabrik  
Alfing Kessler GmbH  
Auguste-Kessler-Str. 20  
73433 Aalen

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Steigerung der Dauerschwingfestigkeit, insbesondere der Biegewechselfestigkeit und der Torsionswechselfestigkeit von Kurbelwellen, insbesondere von Großkurbelwellen, durch lokales Hämmern von hochbeanspruchten Bereichen, wie Hohlkehlen, Bohrungsmündungen und Querschnittsübergängen, mittels Druckimpulsmaschinen oder Schlagvorrichtungen, die über Schlagwerkzeuge Druckeigenspannungen in die Kurbelwelle einbringen, dadurch gekennzeichnet, dass

die Druckimpulsvorrichtungen oder Schlagmaschinen (1) zum Zeitpunkt der Druckspannungseinbringung zwischen dem Schlagwerkzeug (14) und dem zu bearbeitenden Kurbelwellensegment nur eine Relativbewegung in einer Ebene senkrecht zur Oberfläche des Kurbelwellensegments ausführen.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kurbelwelle (4) während der Bearbeitung kontinuierlich gedreht wird, wobei während der Druckeigenspannungseinbringung durch das Auftreffen des Schlagwerkzeugs (14) auf das zu bearbeitende Kurbelwellensegment die Drehbewegung der Kurbelwelle (4) während der Einwirkungszeit des Schlagwerkzeuges (14) auf die Kurbelwelle (4) gestoppt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Einwirkungszeit des Schlagwerkzeugs (14) und die Schlagdrücke so gewählt sind, dass die Drehbe-

wegung der Kurbelwelle (4) zwangsweise gestoppt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Schlagfrequenz des Schlagwerkzeugs (14) zwischen 0,1 und 20 Hz beträgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Schlagfrequenz des Schlagwerkzeugs (14) zwischen 1 und 10 Hz liegt.
6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Schlagfrequenz des Schlagwerkzeugs (14) zwischen 3 bis 6 Hz beträgt.
7. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Schlagdrücke des Schlagwerkzeugs (14) zwischen 10 und 300 bar liegen.

8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Schlagdrücke des Schlagwerkzeugs (14) zwischen  
30 bis 130 bar betragen.
9. Verfahren nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Schlagdrücke des Schlagwerkzeugs (14) zwischen  
50 bis 110 bar betragen.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Temperatur im Bereich des zu bearbeitenden  
Kurbelwellensegments unter 65 °C beträgt.
11. Verfahren nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Temperatur im Bereich des zu bearbeitenden  
Kurbelwellensegments zwischen 12 und 25 °C liegt.
12. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s  
die Einbringung von Druckeigenspannungen durch die  
Schlagwerkzeuge (14) auf Kurbelwellen (4) erfolgt,  
die bereits vorher durch ein Verfahren zur Steige-  
rung der Dauerfestigkeitseigenschaften bearbeitet  
worden sind.

13. Verfahren nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s  
die Einbringung von Druckeigenspannungen durch die  
Schlagwerkzeuge (14) nach einer Induktionshärtung  
der Kurbelwelle (4) erfolgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s  
nach der Einbringung von Druckeigenspannungen  
durch die Schlagwerkzeuge (14) die oberflächenna-  
hen Druckeigenspannungen durch Abarbeiten der  
Oberfläche des zu bearbeitenden Kurbelwellenseg-  
ments reduziert werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14,



d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s  
die Oberfläche des bearbeiteten Kurbelwellenseg-  
ments bis zu 3 mm abgetragen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s  
die Oberfläche des bearbeiteten Kurbelwellenseg-  
ments zwischen 0,3 und 2 mm abgetragen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 14, 15 oder 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s  
die Abtragung durch Schleifen, Drehen oder Fräsen  
erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s  
bei einer Ausgestaltung des zu bearbeitenden Kur-  
belwellensegments in Korbbogenform die als Vorkon-  
tur gestalteten kontinuierlichen Übergangsradien  
durch die Einbringung der Druckeigenspannungen ü-  
ber die Schlagwerkzeuge (14) verdichtet und an-  
schließend die Übergangsradien auf die erforderli-

che Endkontur als Korbbogenform durch ein Abtragverfahren der Oberfläche bearbeitet werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
bei einer Ausgestaltung des zu bearbeitenden Kurbelwellensegments in Korbbogenform die Schlagwerkzeuge (14) mit der gewünschten Korbbogenform versehen sind.

20. Verfahren nach Anspruch 19,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Korbbogenform eines Schlagwerkzeugs (14) in einer Ebene gebildet ist, die sich in Längsrichtung der Kurbelwelle (4) erstreckt, während in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung eine Kugelform gebildet ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Druckimpulsvorrichtungen oder Schlagmaschinen (1) jeweils mit ihren Längsachsen in Schlagrichtung

tung ausgerichtet sind, und dass die Einbringung von Druckeigenspannungen durch jeweils nur ein in der dazugehörigen Druckimpulsvorrichtung oder Schlagmaschine (1) angeordnetes Schlagwerkzeug (14) erfolgt.

22. Verfahren zum Richten von länglichen Bauteilen, insbesondere von Kurbelwellen, durch örtlich begrenztes Hämmern mittels Druckimpulsmaschinen oder Schlagvorrichtungen mit Schlagwerkzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckimpulsvorrichtungen oder Schlagmaschinen (1) zum Zeitpunkt der Druckspannungseinbringung zwischen dem Schlagwerkzeug (14) und dem zu bearbeitenden Kurbelwellensegment nur eine Relativbewegung in einer Ebene senkrecht zur Oberfläche des Kurbelwellensegments ausführen.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass es zum Richten von länglichen Bauteilen eingesetzt wird.

24. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 23 mit einer Druckimpulsmaschine oder Schlagvorrichtungen, die mit Schlagwerkzeugen und mit einem Getriebe zur Drehung der Kurbelwelle versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (3') mit einem kontinuierlichen Antrieb (6) für eine Drehbewegung der Kurbelwelle (4) versehen ist.

## Z u s a m m e n f a s s u n g

### Verfahren und Vorrichtung zur Steigerung der Dauerschwingfestigkeit, insbesondere Biegewechselfestigkeit und der Torsionswechselfestigkeit von Kurbelwellen

Bei einem Verfahren zur Steigerung der Biegewechselfestigkeit und der Dauerschwingfestigkeit von Kurbelwellen durch örtlich begrenztes Hämmern in hoch beanspruchten Bereichen, wie Hohlkehlen, Bohrungsmündungen und Querschnittsübergängen, sind Druckimpulsmaschinen oder Schlagvorrichtungen mit Schlagwerkzeugen vorgesehen. Die Druckimpulsvorrichtungen oder Schlagmaschinen führen zum Zeitpunkt der Druckspannungseinbringung zwischen dem Schlagwerkzeug und dem zu bearbeitenden Kurbelwellensegment nur eine Relativbewegung entgegengesetzt der Oberfläche des zu bearbeitenden Kurbelwellensegmentes aus. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Steigerung der Dauerschwingfestigkeit von Kurbelwellen.

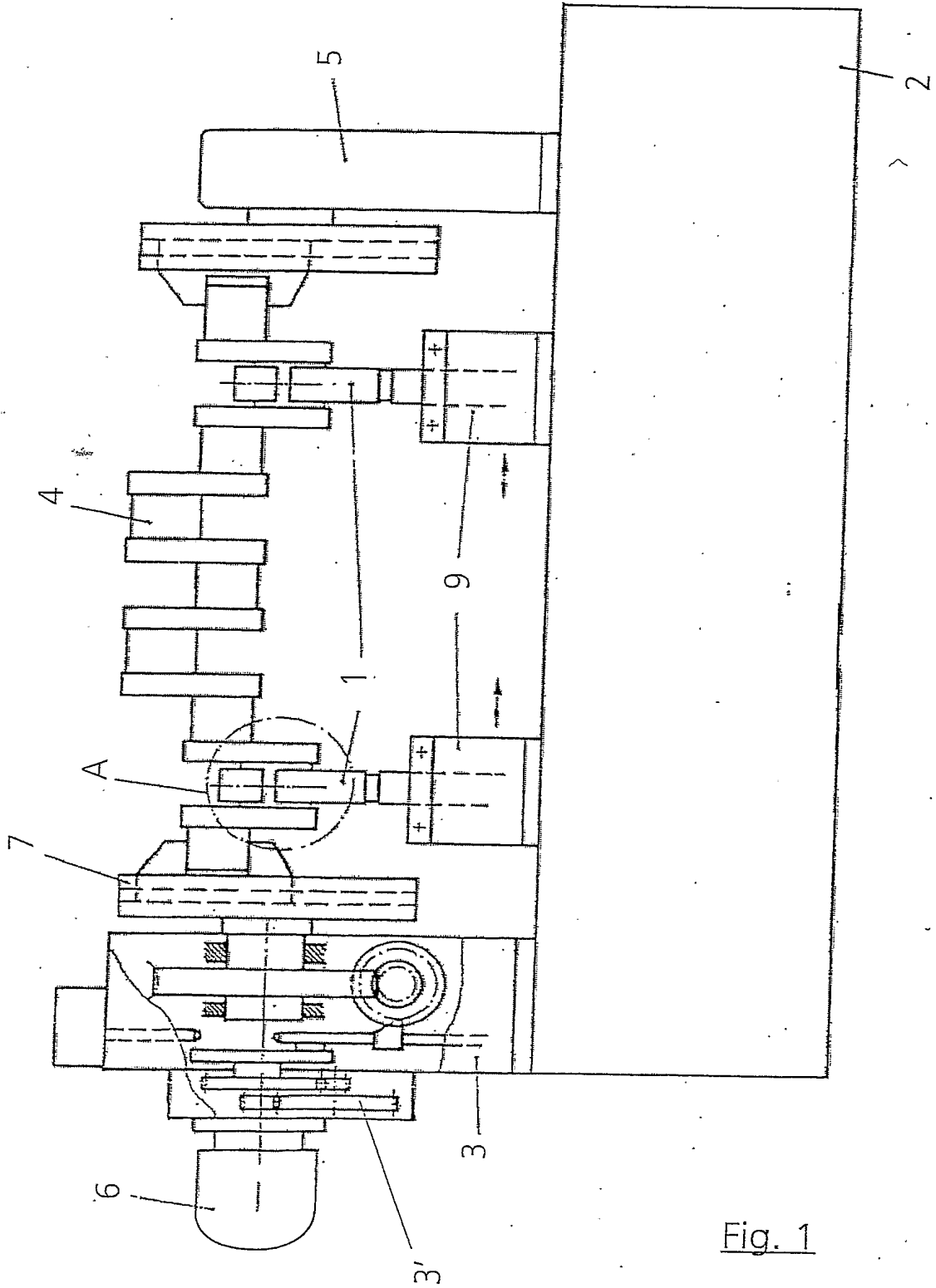


Fig. 1

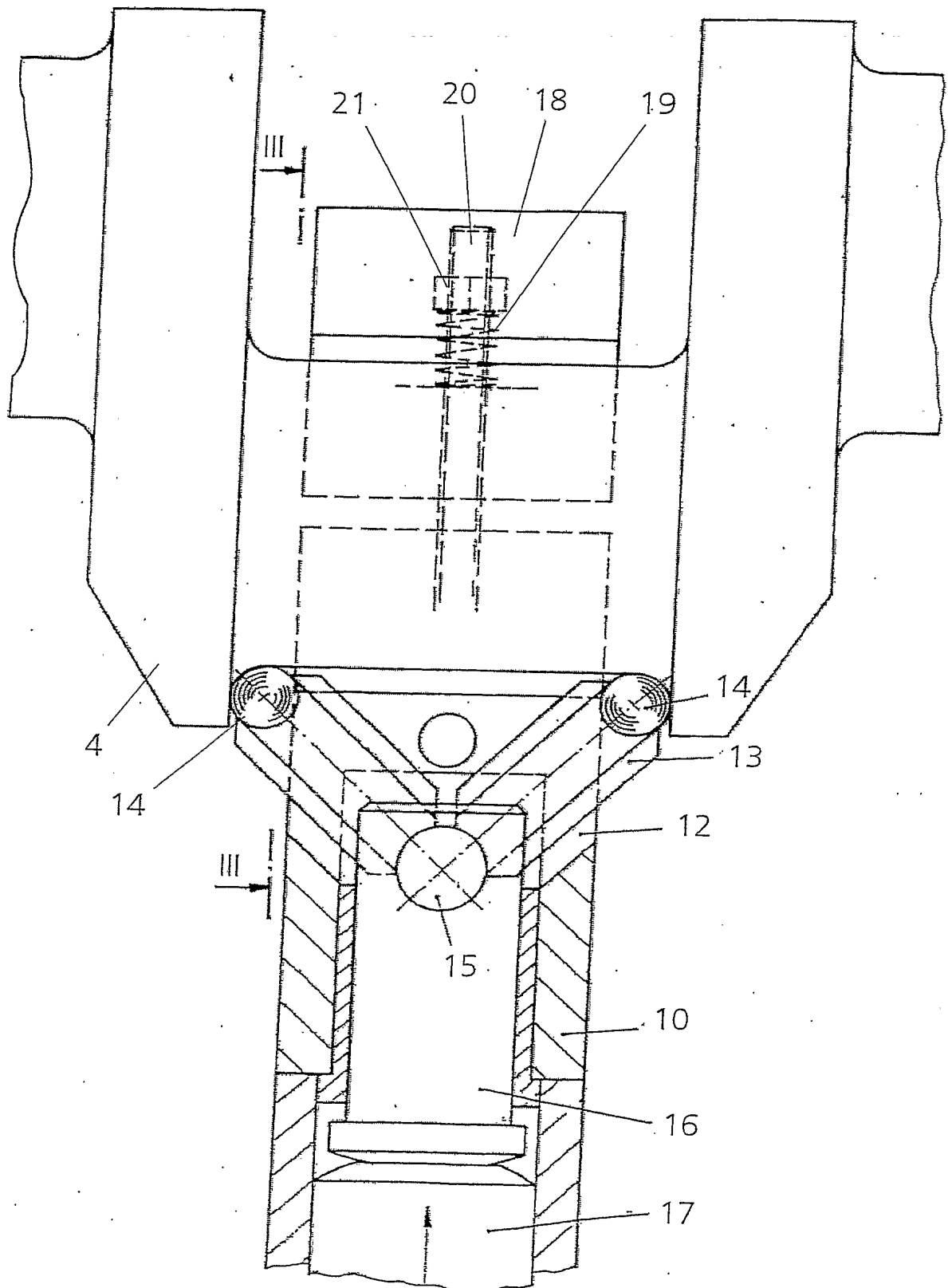


Fig. 2

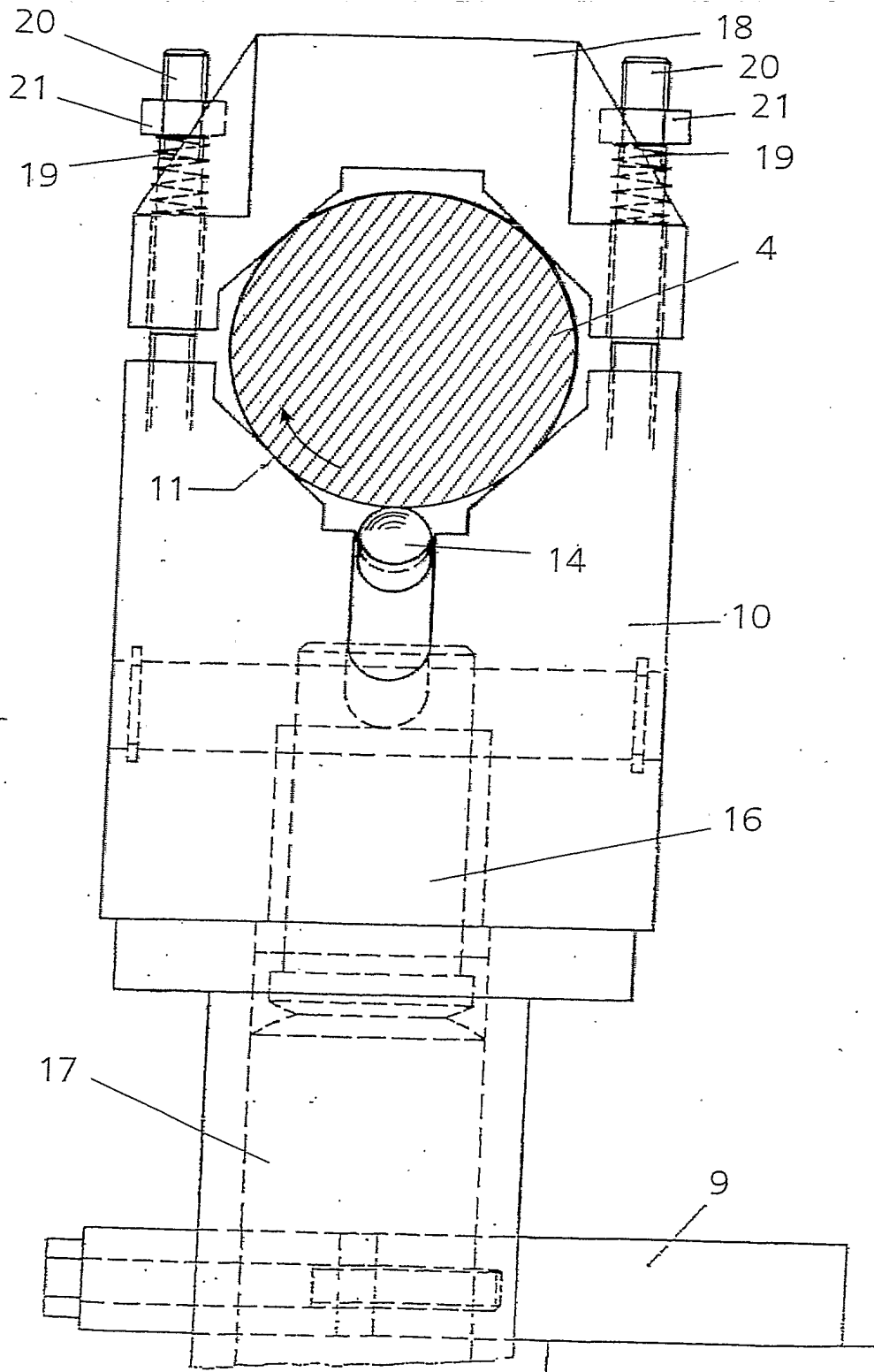


Fig. 3



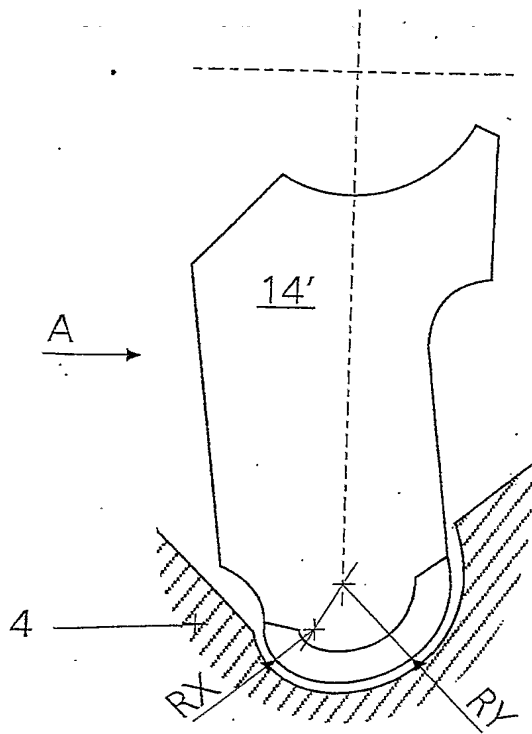


Fig. 4

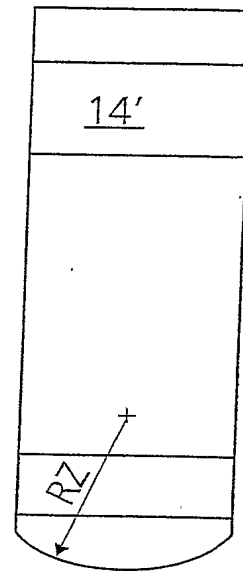


Fig. 5

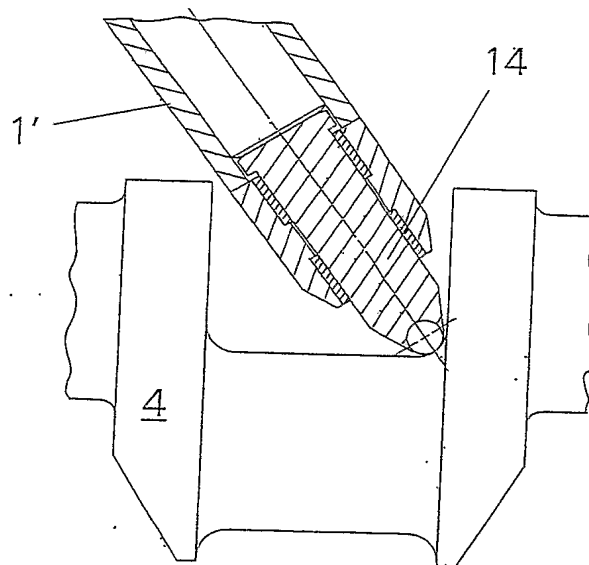


Fig. 6